

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-060678

(43)Date of publication of application : 07.03.1995

(51)Int.Cl.

B25J 17/00

B25J 9/06

(21)Application number : 05-206570

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 20.08.1993

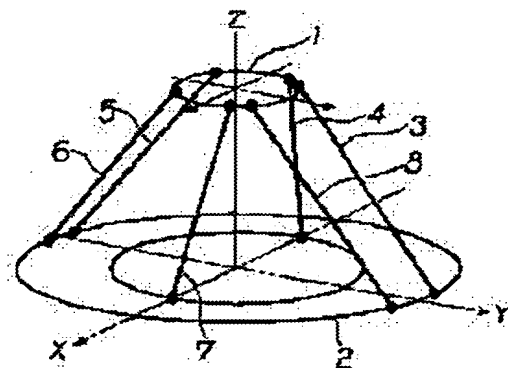
(72)Inventor : NAKAMURA YOJI  
MARUMOTO SEIICHI

## (54) PARALLEL LINK MANIPULATOR

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a parallel link manipulator which has large output in the two shaft directions and which can be used in the movement, transportation or positioning of a large and heavy material or in work or the like to press the large and heavy material in one direction while gripping it.

**CONSTITUTION:** A base plate 2, an end effector 1 and six direct-acting links 3 to 8 having a direct-acting actuator to connect these to each other, are provided. These direct-acting links 3 to 8 have a structure having a universal joint on one end and having a universal joint and a rotary joint around a shaft connected in series to it on the other end, and these direct-acting links 3 to 8 are arranged close to the shaft in line symmetry in the direction for desiring to take out large output, so that the large output can be taken out in the two shaft directions of the shaft direction and the vertical direction from the base plate 2.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.06.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3169484

[Date of registration] 16.03.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 16.03.2004

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-60678

(43) 公開日 平成7年(1995)3月7日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 5 J	17/00	K		
	9/06	C		

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-206570

(22) 出願日 平成5年(1993)8月20日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 中村 洋二

富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技  
術開発本部内

(72) 発明者 丸元 清一

富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技  
術開発本部内

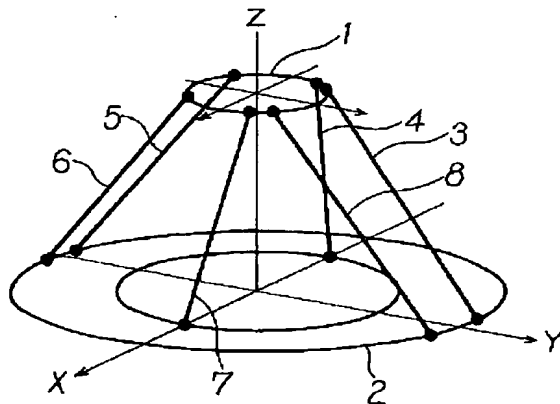
(74) 代理人 弁理士 茶野木 立夫 (外1名)

(54) 【発明の名称】 パラレルリンクマニピュレータ

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 2軸方向に大出力を有し、大重量物の移動や運搬、位置決め、あるいは大重量物を把持しながら一方方向に押し付ける作業等に利用可能なパラレルリンクマニピュレータを提供する。

【構成】 本発明はベースプレート2とエンドエフェクタ1とそれらを連結する直動アクチュエータを有する6本の直動リンク3~8を備えており、この直動リンク3~8は一端にユニバーサルジョイント、他端にユニバーサルジョイントとそれに直列に接続される軸まわりの回転ジョイントを有する構造を持ち、この直動リンク3~8を大出力を出したい方向に対して線対称に、且つその軸に近づけて配置することにより、上記軸方向およびベースプレート2から垂直方向の2軸方向に大出力が出せる構造である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ベースプレート2と該ベースプレート2の垂直方向に同軸のエンドエフェクタ1をベースプレート2上の接続点3b、4b、5b、6b、7b、8bとエンドエフェクタ1上の接続点3a、4a、5a、6a、7a、8aとを各々直動アクチュエータを有する6本の直動リンク3、4、5、6、7、8で連結したマニピュレータにおいて、水平面内の直交するX、Y軸の間にX軸対称にエンドエフェクタ1上の接続点3a、8aと接続点5a、6aを、且つ、Y軸対称に接続点3a、5aと接続点8a、6aを配設するとともに、前記接続点3a、5a、6a、8aを通る円周1C上にY軸対称に接続点4aを前記接続点3a、5aの間に、接続点7aを前記接続点6a、8aとの間に配設し前記6本の直動リンク3、4、5、6、7、8を交差することなく配置したことを特徴とするパラレルリンクマニピュレータ。

【請求項2】 ベースプレート2上の接続点3b、5b、6b、8bは前記ベースプレート2上の同心円2D周上に配設され、前記ベースプレート2上の接続点4b、7bは前記ベースプレート2D上の同心円より半径が小さい同心円2C周上に配設されることを特徴とする請求項1記載のパラレルリンクマニピュレータ。

【請求項3】 ベースプレート2上の接続点3b、5bと接続点8b、6bをY軸対称に配設し且つ、ベースプレート2上の接続点4b、7bをX軸上に配設することを特徴とする請求項2記載のパラレルリンクマニピュレータ。

【請求項4】 接続点3aと接続点3bは直動リンク3を介して接続され、接続点4aと接続点4bは直動リンク4を介して接続され、接続点5aと接続点5bは直動リンク5を介して接続され、接続点6aと接続点6bは直動リンク6を介して接続され、接続点7aと接続点7bは直動リンク7を介して接続され、接続点8aと接続点8bは直動リンク8を介して接続されることを特徴とする請求項1ないし3いずれかに記載のパラレルリンクマニピュレータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は産業用ロボットにおいて、例えば大重量物の移動や運搬、位置決め等、重力方向に大出力を必要とする作業、および重量物を把持しながら水平方向に大きな押し付け力を必要とする作業等に利用できる、2軸方向に大出力を有するパラレルリンクマニピュレータに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来の一般的な産業用ロボットは図5に示すロボットエンジニアリング1982年9月号P. 79に記載されたような、各リンク15、16が直列に連結されたいわゆるシリアルリンクタイプであり、このシ

リアルリンクマニピュレータは手先リンク16の重量をベース部のリンク15の駆動力が支える形となり、その構造上駆動力に対して大出力が出せなかった。このため、大重量物の移動や運搬、位置決め等をロボットにより行う際、図6に示した特公昭56-173016号公報に見られるような重力方向をバランサ17で支え、重力方向以外の移動等をシリアルリンクマニピュレータ18により行う形態をとっている。

【0003】しかしながら重量物の移動で、バランサ17とシリアルリンクマニピュレータ18を組み合わせた構造の物では装置自体が大きくなり、且つ把持物の押し付け等を行う際シリアルリンクマニピュレータ18の小さな出力範囲内でしかできないという問題がある。一方、パラレルリンクマニピュレータは各リンクをベースプレート、エンドエフェクタ間に並列に配置することにより、把持する重量を6個のリンクの駆動力で分担するため、シリアルリンクマニピュレータに比べ大重量物の扱いが可能であり、このような構造のリンク接続方式として従来より「ロボティクス・機構・力学・制御」（共立出版株式会社 1991年1月25日初版発行）P. 232に見られるような図7に示すトッププレート19およびベースプレート20におけるリンク21～26の接続点を中心角120°に等分し、且つトッププレート19とベースプレート20の接続点を中心角で60°ずらした点に直動リンク21～26を配置したスチュワートプラットフォームが知られている。

【0004】また、特公平3-294193号公報で見られる図8に示すエンドエフェクタ1における各軸方向出力および各軸まわりモーメントの計6出力がほぼ等しいという出力の等方性を考慮したパラレルリンクマニピュレータも知られている。しかしながら、スチュワートプラットフォームに関して静力学的な解析を行った結果、このリンク21～26の配置では必ずしも効率的な軸方向出力や軸まわりのモーメントがエンドエフェクタ19で得られていない。

【0005】また、一般に重量物を扱う作業においては6出力全ての等方性を必要とすることは少なく、重力方向には大きな支持力が必要であるが水平移動方向にはそれより遥かに小さな力で十分なことが多く、また重量物の押し付け作業等でも重力方向の他にある一軸方向に大出力が出せれば十分であることが多いため、出力の等方性を考慮したリンク配置にした場合大出力を必要としない方向と必要とする方向に同程度の出力特性を持つこととなり、最大可搬重量の低下が生じる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記のパラレルリンクマニピュレータにおいて6本の直動リンクを良好な出力特性を持つように配設することによって、特定の方向（例えば重力方向）に大出力が出せ、且つ他の一方向にも大出力が出せる実作業に見合った2軸方向への

出力特性を持つパラレルリンクマニピュレータを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の要旨は次の通りである。

(1) ベースプレート2と該ベースプレート2の垂直方向に同軸のエンドエフェクタ1をベースプレート2上の接続点3b、4b、5b、6b、7b、8bとエンドエフェクタ1上の接続点3a、4a、5a、6a、7a、8aとを各々直動アクチュエータを有する6本の直動リンク3、4、5、6、7、8で連結したマニピュレータにおいて、水平面内の直交するX、Y軸の間にX軸対称にエンドエフェクタ1上の接続点3a、8aと接続点5a、6aを、且つ、Y軸対称に接続点3a、5aと接続点8a、6aを配設するとともに、前記接続点3a、5a、6a、8aを通る円周1C上にY軸対称に接続点4aを前記接続点3a、5aの間に、接続点7aを前記接続点6a、8aとの間に配設し前記6本の直動リンク3、4、5、6、7、8を交差することなく配置したことを特徴とするパラレルリンクマニピュレータ。

【0008】(2) ベースプレート2上の接続点3b、5b、6b、8bは前記ベースプレート2上の同心円2D周上に配設され、前記ベースプレート2上の接続点4b、7bは前記ベースプレート2D上の同心円より半径が小さい同心円2C周上に配設されることを特徴とする(1)記載のパラレルリンクマニピュレータ。

(3) ベースプレート2上の接続点3b、5bと接続点8b、6bをY軸対称に配設し且つ、ベースプレート2上の接続点4b、7bをX軸上に配設することを特徴とする(2)記載のパラレルリンクマニピュレータ。

(4) 接続点3aと接続点3bは直動リンク3を介して接続され、接続点4aと接続点4bは直動リンク4を介して接続され、接続点5aと接続点5bは直動リンク5を介して接続され、接続点6aと接続点6bは直動リンク6を介して接続され、接続点7aと接続点7bは直動リンク7を介して接続され、接続点8aと接続点8bは直動リンク8を介して接続されることを特徴とする

(1)～(3)いずれかに記載のパラレルリンクマニピュレータ。

【0009】

【作用】所要の直動リンク3～8のアクチュエータを駆動して、その直動リンク3～8を伸縮させるとその伸縮量に応じてエンドエフェクタ1の位置、および姿勢が変化するため、必要な直動リンク3～8の伸縮によりエンドエフェクタ1に望む動作を与えられる。次にエンドエフェクタ1における6出力の大きさを表される出力特性解析について述べる。

【0010】パラレルリンクマニピュレータの出力特性は図1に示すエンドエフェクタ1とベースプレート2を連結する6本のリンク3～8の配置により異なり、運動

学で定義されるヤコビ行列を特異値分解することにより、各直動リンク3～8の出力が1に対するエンドエフェクタ1の各軸方向出力および各軸まわりのモーメントが算出でき、パラレルリンクマニピュレータの出力特性が明らかになる。

【0011】エンドエフェクタ1またはベースプレート2の直動リンク3～8の配置点をパラメータとした時のヤコビ行列を特異値分解することによりY軸方向出力、X軸まわりモーメントおよびZ軸方向出力が大きく、且つ他の出力も重量物の慣性力等を支えられるように、直動リンク3～8の配置点を選択することにより、図4に示す2軸方向に大出力が出せるパラレルリンクマニピュレータのリンク配置が求められる。

【0012】

【実施例】図1に本発明の2軸方向に大出力を有するパラレルリンクマニピュレータの概略図を示す。このマニピュレータはエンドエフェクタ1とベースプレート2およびそれらを連結する6本の直動アクチュエータを有するリンク3～8で構成し、各リンクは図1のように配置する。直動リンク3～8は図2に示すように、モータ9、減速機10、ボールネジ11およびスライダ12等で構成し、モータ9の回転に伴いスライダ12が伸縮する構造となっている。また、直動リンクの両端にはユニバーサルジョイント13を組んでおり、更にエンドエフェクタ1に接続するリンク端にはリンク軸まわりに回転できる回転ジョイント14を組むことにより、1本のリンクで6自由度を有する構造となっている。

【0013】本発明はエンドエフェクタ1およびベースプレート2の直動リンク3～8の配置点3a～8a、3b～8bをパラメータとし、そのときのヤコビ行列を特異値分解することにより目的とする出力特性が得られる直動リンク配置点を求めた。図3に直動リンク3、4、5、6、7、8のエンドエフェクタ1への接続点3a、4a、5a、6a、7a、8aおよびベースプレート2への接続点3b、4b、5b、6b、7b、8bを決定する解析の一例を示したものであり、直動リンク3、4、5、6、7、8の接続点の内、固定点を黒丸で示し、パラメータとなる移動接続点を白丸で表している。

【0014】同図は直動リンク3、5、6、8のベースプレート2への配置点3b、5b、6b、8bをX軸からの中心角度 $\beta$ で表し、 $\beta$ を0度～90度まで変化させたときの出力特性を求めたもので横軸に $\beta$ 、縦軸に各直動リンク3～8が1の出力を出したときのマニピュレータの各軸方向出力F<sub>X</sub>、F<sub>Y</sub>、F<sub>Z</sub>と各軸まわりのモーメントM<sub>X</sub>、M<sub>Y</sub>、M<sub>Z</sub>を表したもので、Y軸方向出力が大きく、且つZ軸方向出力も大きい直動リンク3、5、6、8のベースプレート2への配置点3b、5b、6b、8bとして $\beta=90$ 度が選択できる。

【0015】以上の方法で各直動リンク3～8のエンドエフェクタ1およびベースプレート2への接続点3a～

8aおよび3b~8bを目的とする出力特性が得られるように変化させ、更に各リンクの径を考慮し、エンドエフェクタ1の移動による各リンクの干渉を避けるためリンク間にクリアランスを与えることにより、図4に示す2軸方向に大出力が出せるパラレルリンクマニピュレータの直動リンク3~8の配置が求まる。

【0016】

【発明の効果】本発明によれば、6本の直動リンクの適切な配置によりエンドエフェクタにおいて2軸方向に大出力が出せ、大重量物の移動や運搬、位置決め等の重力方向に大出力を必要とする作業や、重量物を把持しながら他の方向に大きな押し付け力を必要とする作業等を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の2軸方向に大出力を有するパラレルリンクマニピュレータの概略図。

【図2】直動リンク概略図。

【図3】(イ)、(ロ)、(ハ)、(ニ)はパラレルリンクマニピュレータ出力特性評価の説明図。

【図4】(イ)、(ロ)は直動リンク配置図。

【図5】シリアルリンクマニピュレータの概略図。

【図6】重量物ハンドリングシステムの概略図。

【図7】スチュワートプラットフォームの概略図。

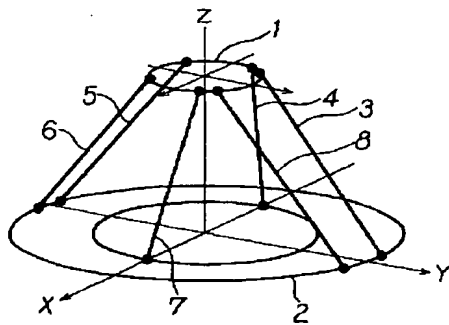
【図8】等方出力特性を持つパラレルリンクマニピュレ

\* 一タの説明図。

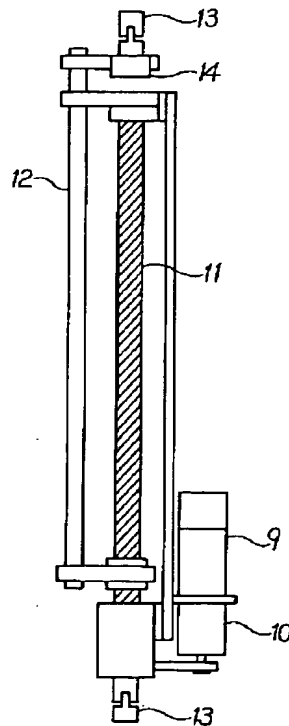
【符号の説明】

1	エンドエフェクタ
2	ベースプレート
3~8	直動リンク
9	モータ
10	減速機
11	ボールネジ
12	スライダ
13	ユニバーサルジョイント
14	回転ジョイント
15	ベースリンク
16	手先リンク
17	バランサ
18	シリアルリンクマニピュレータ
19	エンドエフェクタ
20	ベースプレート
21~26	直動リンク
3a~8a	エンドエフェクタへの各リンクの接続点
3b~8b	ベースプレートへの各リンクの接続点
1C	エンドエフェクタ円周
2C	ベースプレート円周1
2D	ベースプレート円周2

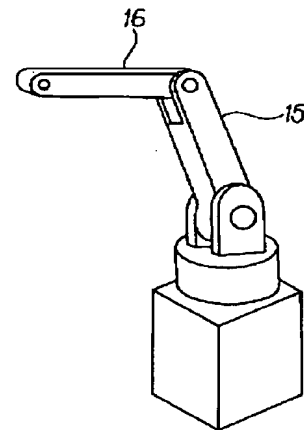
【図1】



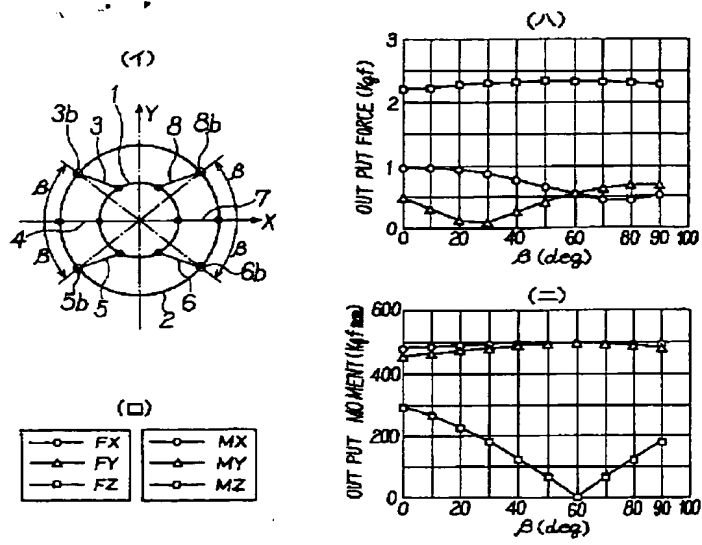
【図2】



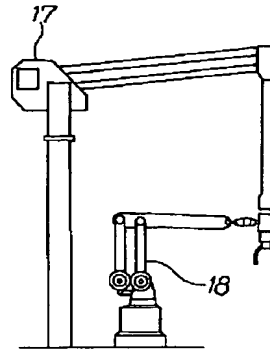
【図5】



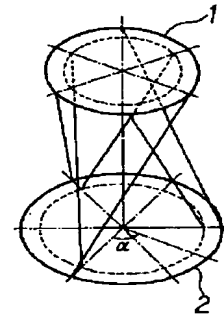
【図3】



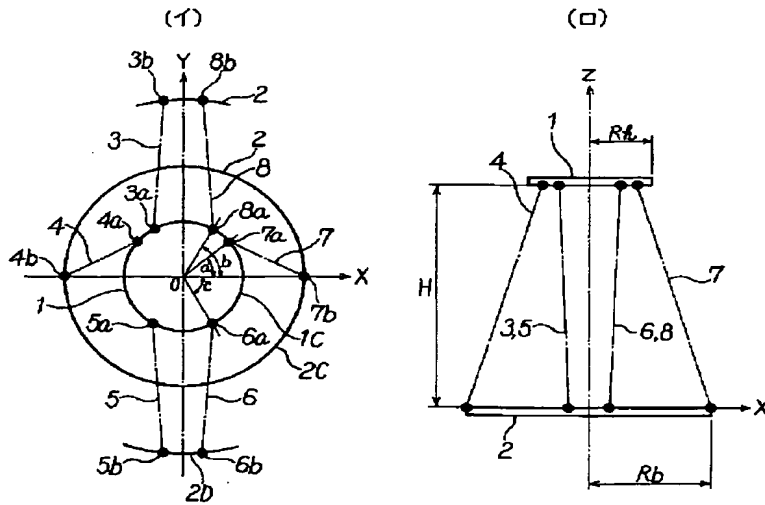
【図6】



【図8】



【図4】



(6)

特開平7-60678

【図7】

